



KARAKTERISTIK SIFAT FISIS DAN MEKANIS KAYU LAMINASI GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb.) TERMODIFIKASI ASAM SITRAT

HAEKAL RO'IN FADHILAH



**DEPARTEMAN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi *Gmelina* (*Gmelina arborea* Roxb.) Termodifikasi Asam Sitrat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Haekal Ro'in Fadhilah
E2401221024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

HAEKAL RO'IN FADHILAH. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) Termodifikasi Asam Sitrat. MAHDI MUBAROK dan EKO SETIO WIBOWO.

Kayu gmelina (*Gmelina arborea*) merupakan jenis kayu cepat tumbuh yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku kayu laminasi, namun memiliki stabilitas dimensi yang relatif rendah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh modifikasi berbasis asam sitrat terhadap sifat fisis, mekanis, perubahan warna, dan kualitas perekatan kayu gmelina serta kayu laminasi yang dihasilkannya. Kayu diimpregnasi menggunakan larutan asam sitrat berkonsentrasi 0%, 20%, dan 40% (b/b) dengan metode vakum-tekan, kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 150 °C. Kayu termodifikasi digunakan sebagai bahan lamina dengan perekat poliuretan, epoksi, dan fenol-resorsinol-formaldehida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi berbasis asam sitrat meningkatkan *weight percent gain*, *solution uptake*, kerapatan, stabilitas dimensi, dan perubahan warna kayu. Namun, perlakuan tersebut cenderung menurunkan sifat mekanis, keteguhan rekat, dan ketahanan delaminasi kayu laminasi. Di antara perekat yang digunakan, poliuretan menghasilkan nilai delaminasi terendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi berbasis asam sitrat berpotensi meningkatkan kualitas kayu gmelina melalui peningkatan stabilitas dimensi, meskipun diperlukan optimasi lebih lanjut untuk mempertahankan sifat mekanis dan kualitas perekatan.

Kata kunci: asam sitrat, kayu gmelina, kayu laminasi, modifikasi

ABSTRACT

HAEKAL RO'IN FADHILAH. Physical and Mechanical Characteristics of Citric Acid-Modified Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) Laminated Wood. MAHDI MUBAROK and EKO SETIO WIBOWO.

Gmelina (*Gmelina arborea*) is a fast-growing wood species with potential for laminated wood production; however, its relatively low dimensional stability limits its utilization. This study evaluated the effects of citric acid impregnation on the physical, mechanical, color, and bonding properties of gmelina wood and the resulting laminated wood. Wood samples were impregnated with citric acid solutions at concentrations of 0%, 20%, and 40% using a vacuum-pressure method, followed by curing at 150 °C. The modified wood was then used as laminae bonded with polyurethane, epoxy, and phenol-resorcinol-formaldehyde adhesives. The results showed that citric acid modification increased weight percent gain, solution uptake, density, dimensional stability, and color change. However, the treatment tended to reduce mechanical properties, bond strength, and delamination resistance of laminated wood. Among the adhesives evaluated, polyurethane exhibited the lowest delamination value. These findings indicate that citric acid impregnation has potential to improve the quality of gmelina wood through enhanced dimensional stability, although further optimization is required to maintain mechanical and bonding performance.

Keywords: citric acid, gmelina wood, laminated wood, modification.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



KARAKTERISTIK SIFAT FISIS DAN MEKANIS KAYU LAMINASI GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb.) TERMODIFIKASI ASAM SITRAT

HAEKAL RO'IN FADHILAH

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Resti Meilani S.Hut., M.Si.



Judul Skripsi : Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi Gmelina
(*Gmelina arborea* Roxb.) Termodifikasi Asam Sitrat

Nama : Haekal Ro'in Fadhillah
NIM : E2401221024

Pembimbing 1:
Dr. Mahdi Mubarak, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Eko Setio Wibowo, S.Si., P.hD.

Disetujui oleh

Diketahui oleh

Ketua Departemen Hasil Hutan:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S.Hut., M.Si.
NIP. 197404222005012001

Tanggal Ujian:
Selasa, 30 Juni 2026

Tanggal Lulus: 09 JUL 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan April 2026 ini ialah modifikasi kayu, dengan judul “Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) Termodifikasi Asam Sitrat”.

Penulis meyakini bahwa segala usaha yang dilakukan untuk menyelesaikan studi dan penelitian ini tidak lebih besar dari bantuan, dukungan, dan banyaknya doa yang diberikan oleh orang-orang disekitar penulis dan berbagai pihak lainnya. Seandainya penulis dapat memberikan balas budi yang lebih baik, namun hanya ucapan terima kasih dan doa keselamatan yang dapat penulis sampaikan kepada pihak dan orang-orang luar biasa tersebut, antara lain:

1. Ayah dan Uma tercinta, Muchson dan Isti Faiyah serta kedua kakak tersayang yakni Layyina Aulia dan Rezki Laelatul Nadia yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dan dukungan dalam berbagai hal yang tidak bisa terukur besarnya
2. Dr. Mahdi Mubarak S.Si., M.Si., dan Eko Setio Wibowo S.Si., Ph.D. yang telah memberikan banyak ilmu, kemudahan, bantuan dan saran, serta bimbingan mulai dari penyusunan proposal, penelitian, hingga penyusunan skripsi
3. Resti Meilani S.Hut., M.Si. selaku dosen penguji ujian akhir dan Anne Carolina S.Si., M.Si. selaku ketua sidang ujian akhir
4. Rekan-rekan sebimbingan, Naufal Akram dan Dewi Ratih yang menemani dan membantu penulis selama penyelesaian tugas akhir ini baik dari pengambilan data maupun penulisan skripsi
5. Kawan penulis, Zidan dan Tanzi yang sedia membantu dan mengajarkan ketika penulis sedang kesulitan dalam pengambilan dan pengolahan data
6. Teman-teman Himaett yang bersedia menjadi teman belajar, teman bermain, dan mendukung penulis selama perkuliahan mulai dari awal masuk departemen hingga selesai
7. Teman-teman di Departemen Hasil Hutan angkatan 59 dan di Fakultas Kehutanan dan Lingkungan angkatan 59 yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas semangat yang diberikan
8. Pusat Pengembangan Hutan Berkelanjutan (PUSBANGHUT) yang telah memberikan izin dalam penggunaan alat impregnasi serta Ibu Nuryani dan Pak Engkus yang setia membantu pengoperasiannya

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Haekal Ro'in Fadhilah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kayu Gmelina	4
2.2 Asam Sitrat	5
2.3 Poliuretan (PU)	5
2.4 Epoksi	6
2.5 Phenol-Resorcinol-Formaldehyde (PRF)	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.3.1 Persiapan Bahan Baku dan Larutan Impregnasi	8
3.3.2 Modifikasi Impregnasi Asam Sitrat	8
3.3.3 Pembuatan Kayu Laminasi	9
3.3.4 Pengujian Kayu	9
3.4 Analisis Data	14
IV PEMBAHASAN	15
4.1 Pengujian Sifat Fisis Kayu Gmelina Termodifikasi	15
4.1.1 <i>Solution Uptake (SU)</i>	15
4.1.2 <i>Weight Percent Gain (WPG)</i>	16
4.1.3 Ketercucian	16
4.1.4 Penyerapan Air	17
4.1.5 Pengembangan Tebal	18
4.1.6 <i>Anti-Swelling Efficiency (ASE)</i>	19
4.1.7 Perubahan Warna	20
4.2 Pengujian Sifat Mekanis Kayu Gmelina Termodifikasi	22
4.2.1 <i>Modulus of Elasticity</i>	22
4.2.2 <i>Modulus of Rupture</i>	23
4.2.3 Kekerasan	23
4.3 Pengujian Sifat Fisis dan Kinerja Perekat Kayu Laminasi Termodifikasi	24
4.3.1 Kadar Air	24
4.3.2 Kerapatan	25
4.3.3 Keteguhan Geser Rekat	26
4.3.4 Delaminasi	28



V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpuln	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	47

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Ukuran sampel uji dan acuan metode	10
2	Klasifikasi perubahan warna sampel (Rodolfo <i>et al.</i> 2007)	12
3	Nilai rata-rata perubahan warna kayu gmelina termodifikasi terhadap kontrol	21

DAFTAR GAMBAR

1	Pohon <i>Gmelina arborea</i>	4
2	Diagram alir prosedur kerja	7
3	Nilai <i>solution uptake</i> kayu gmelina pada perlakuan asam sitrat 20% dan 40%	15
4	Nilai WPG kayu gmelina pada suhu pemanasan 103°C dan 150°C dengan perlakuan asam sitrat 20% dan 40%	16
5	Nilai ketercucian kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40%	17
6	Nilai penyerapan air kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi lama perendaman	18
7	Nilai pengembangan tebal kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi lama perendaman	19
8	Nilai <i>anti-swelling efficiency</i> kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi lama perendaman	20
9	Warna kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20% dan asam sitrat 40%	21
10	Nilai <i>modulus of elasticity</i> kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40%	22
11	Nilai <i>modulus of rupture</i> kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40%	23
12	Nilai kekerasan kayu gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40%	24
13	Nilai kadar air kayu laminasi gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi jenis perekat	25
14	Nilai kerapatan kayu laminasi gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi jenis perekat	26
15	Nilai keteguhan rekat geser kayu laminasi gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi jenis perekat	27
16	Nilai delaminasi kayu laminasi gmelina pada perlakuan kontrol, asam sitrat 20%, dan asam sitrat 40% dengan variasi jenis perekat	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Hasil analisis statistik dan uji Duncan <i>solution uptake</i>	38
2	Hasil analisis statistik dan uji Duncan <i>weight percent gain</i>	38

3	Hasil analisis statistik dan uji Duncan ketercucian	39
4	Hasil analisis statistik dan uji Duncan penyerapan air	39
5	Hasil analisis statistik dan uji Duncan ketercucian	40
6	Hasil analisis statistik dan uji Duncan pengembangan tebal	41
7	Hasil analisis statistik dan uji Duncan <i>anti-swelling efficiency</i>	41
8	Hasil analisis statistik dan uji Duncan MOE, MOR, dan kekerasan	42
9	Hasil analisis statistik dan uji Duncan kadar air dan kerapatan	43
10	Hasil analisis statistik dan uji Duncan Keteguhan rekat geser (KRG) dan delaminasi	45

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.